



## UMA ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES DE DETERMINADOS PARÂMETROS EM CURSOS D'ÁGUA QUE SOFREM INFLUÊNCIAS DE ORDEM VARIADA

Ariane Caroline Ribicki<sup>1</sup>, Wilson Costa<sup>1\*</sup>

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), CEP – 84030-900, Ponta Grossa, PR, Brasil.

E-mail: [wcosta@uepg.br](mailto:wcosta@uepg.br)

Recebido em: 26/03/2020

Aceito em: 30/09/2020

DOI: 10.17058/tecnolog.v25i1.14927

### RESUMO

Os rios e córregos recebem várias substâncias que causam alterações nas características da água e isso é mais intenso quando a população humana está próxima às suas margens, desempenha alguma atividade próxima a elas ou elimina nesses cursos d'água efluentes resultantes de suas atividades. Este trabalho tem como objetivo avaliar as alterações de determinados parâmetros em cursos d'água que sofrem influência de ordem variável, como aglomerações humanas, recebimento de efluentes de uma estação de tratamento de efluentes (ETE) e agricultura. Os parâmetros determinados foram temperatura (T), oxigênio dissolvido (OD), demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total (PT), fósforo orgânico (PO), nitrogênio total Kjeldahl (NTK), proteínas (P), carboidratos (C) e lipídios (L). Com os dados obtidos, pôde-se observar que, de todos os pontos de análise, os maiores valores para todos os parâmetros, com exceção do OD, foram encontrados após liberação de efluentes pela ETE. Observou-se também que praticamente todos os parâmetros apresentaram altos coeficientes de variação, que indicam a inconstância dos valores das variáveis ao longo do tempo e que a aplicação do teste Scott-Knott foi efetiva na separação da média nos pontos amostrais.

**Palavras-Chave:** Águas Superficiais. Matéria Orgânica. Análises Estatísticas.

### 1 Introdução

Um curso d'água pode receber vários poluentes, sendo a contaminação por matéria orgânica muito comum e ela pode ter várias origens [1-4]

Os compostos orgânicos são formados pela combinação de carbono, hidrogênio e oxigênio e seus principais representantes são as biomoléculas, como as proteínas, carboidratos e ligninas, que são componentes básicos dos organismos vivos. Também se destacam gordura

e os óleos, ureia, surfactantes, fenóis, pesticidas e outros em menor quantidade [5]. Metcalf e Eddy [6] citam que a matéria orgânica em águas residuais, por exemplo, consiste de proteínas que normalmente estão presentes entre 40 a 60%, carboidratos com aproximadamente 25 a 50% e óleos e graxas entre 8 a 12%.

Proteínas são polímeros de aminoácidos que são unidos covalentemente por ligações peptídicas, as quais são ligações amida entre um grupo  $\alpha$ -carboxila de um aminoácido e o grupo  $\alpha$ -amino de outro. As proteínas contêm, em média, 50-55% de carbono, 20-23% de oxigênio, 15-18% de nitrogênio, 6-8% de hidrogênio e 0-4% de enxofre [7].

Schulze [8] classificou taxonomicamente e identificou proteínas de diferentes grupos filogenéticos provenientes de fontes de águas superficiais, tais como lagos, córregos e rios em diferentes estações do ano. O autor descreveu que a maior parte das proteínas era de origem bacteriana, com uma pequena parcela proveniente de outros organismos, principalmente vírus e vertebrados.

O nitrogênio, além da presença em proteínas, pode ser encontrado em cursos d'água como subprodutos do metabolismo humano como ureia e ácido úrico [9-10] e em surfactantes com grupo hidrófilo catiônico presentes em detergentes [11].

Os carboidratos são poliidroxialdeídos, poliidroxicetonas ou substâncias que liberam estes compostos por hidrólise. São classificados em monossacarídeos,

oligossacarídeos e polissacarídeos, de acordo com o seu tamanho. Os monossacarídeos geralmente são solúveis em água, enquanto que os polissacarídeos são insolúveis [12].

As funções dos carboidratos são bastante diversificadas, incluindo a sustentação (celulose, nos vegetais) e a reserva (glicogênio nos animais, amido nos vegetais), além de poderem estar ligados a lipídeos e proteínas, formando os glicolipídeos e as glicoproteínas, componentes das membranas [13].

Lipídios é uma denominação sumária para compostos que constituem um grupo extremamente heterogêneo de substâncias, algumas vezes completamente distintas entre si, não só do ponto de vista químico. Estes compostos têm em comum a propriedade de serem solúveis em solventes orgânicos como éter, clorofórmio e metanol [14]. Exercem diversas funções biológicas, como componentes de membranas, isolantes térmicos, reserva de energia e também podem exercer funções de vitaminas e hormônios. São compostos anfipáticos, ou seja, apresentam na molécula uma porção polar, hidrofílica e uma apolar, hidrofóbica [12].

Os lipídios simples são constituídos por ácidos graxos ligados a um álcool, também denominados de triacilgliceróis e são os lipídios mais abundantes da natureza. Os lipídios complexos correspondem a lipídios simples, contendo elementos adicionais como fósforo, nitrogênio, entre outros, sendo os principais representantes os fosfolipídios e os glicolipídios e são amplamente encontrados

nas membranas citoplasmáticas dos organismos, pois desempenham papel estrutural fundamental [12-13].

Os esteróis são lipídios estruturais presentes nas membranas da maioria das células eucarióticas e apresentam um núcleo tetracíclico característico em sua estrutura. O composto-chave deste grupo é o colesterol, não apenas por ser o esterol mais abundante dos tecidos animais, mais por servir de precursor à síntese de todos os outros esteróis, que incluem hormônios esteroides, sais biliares e vitamina D [12].

Os lipídios são amplamente encontrados em ambientes aquáticos e águas residuais, principalmente por meio de manteigas, margarinas, óleos e gorduras. A baixa solubilidade, devido à alta apolaridade, reduz a taxa de degradação desses compostos por microorganismos [6].

Além da origem biológica já citada, o fósforo pode estar presente em cursos d'água por estar incluído na formulação de detergentes em pó sob a forma de tripolifosfato de sódio ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) [11-15] e isto é previsto pela Resolução CONAMA nº 359/2005 [16]. Fertilizantes também podem ser fontes de nitrogênio e fósforo, pois apresentam, em sua composição, nitratos de cálcio, amônio e potássio, sulfato de amônio, ureia e fosfatos [17-19].

A matéria orgânica, uma vez no curso d'água, será degradada por microrganismos via consumo de oxigênio através da oxidação química e principalmente bioquímica, com consequente redução da concentração de ambos [20-21].

Assim, a poluição orgânica de um curso d'água pode ser avaliada pelo decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido e/ou pela concentração de matéria orgânica em termos de quantidade de oxigênio necessário para oxidá-la, sendo os principais indicadores de poluição orgânica o oxigênio dissolvido (OD), a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e a demanda química de oxigênio (DQO) [20].

O objetivo deste trabalho é de avaliar as alterações de determinados parâmetros em cursos d'água que sofrem influência de ordem variável, como aglomerações humanas que estão distantes ou próximas ao ponto de coleta, efluentes de uma ETE e atividades agrícolas.

## 2 Metodologia

### 2.1 Coletas das amostras

As amostras de água foram coletadas em cursos d'água localizados no município de Ponta Grossa – PR, em frascos de polietileno, e em seguida acondicionados em recipiente térmico para transporte até o laboratório onde foram conservadas sob refrigeração até a realização das análises. As coletas foram semanais, em 5 pontos, no período de fevereiro de 2012 a agosto de 2013, totalizando 22 coletas em cada ponto.

Ponto 1. Região final do Córrego Pilão de Pedra que percorre apenas a área urbana (25° 03' 29,3'' S e 50° 07' 44,4'' W), as aglomerações humanas estão distantes deste ponto.

Pontos 2 e 3. Rio Verde, que percorre áreas rural e urbana.

2. Região final, antes de receber efluente de uma ETE (25° 02' 44,8'' e 50° 07' 41,9'' W). As aglomerações humanas estão próximas a este ponto.

3. Região final, situada após o ponto 2. Recebe lançamento de efluentes de uma ETE (25° 02' 44,6'' e 50° 07' 40,5'' W).

Pontos 4 e 5. Rio Pitangui, que percorre apenas área rural.

4 - Antes deste rio receber como afluente o Rio Verde (25° 02' 04,9'' e 50° 07' 39,0'' W).

5 - Após o deságue do Rio Verde (25° 02' 91'' e 50° 08' 108'' W).

## 2.2 Análises físico-químicas

### Temperatura (T)

Determinada logo após a coleta. Utilizou-se termômetro de mercúrio, com escala entre -10 e 60 °C e graduação 1/10.

### Fósforo Total (PT)

Após a conversão de todas as formas de fósforo a ortofosfato por digestão com os ácidos sulfúrico e nítrico, efetuou-se a determinação através da espectroscopia na região do visível [22].

### Fósforo Orgânico (PO)

O teor de fósforo orgânico é dado pela diferença entre as concentrações de fósforo hidrolisável e total [22-23].

### Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK)

Determinou-se utilizado o método Kjeldahl [22-24].

### Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Oxigênio Dissolvido (OD)

A DBO e OD foram determinados através do método de Winckler modificado [22].

### Demanda Química de Oxigênio (Oxigênio Consumido) (DQO)

A DQO foi determinada através da permanganimetria [25]. A DQO é denominada de Oxigênio Consumido quando o oxidante é o permanganato de potássio [20].

### Proteínas (P)

Determinou-se utilizando o método de Bradford [26].

### Carboidratos (C)

O método utilizado foi o do fenol e ácido sulfúrico [27].

### Lipídios (L)

A quantificação foi feita utilizando o método da sulfofosfovanilina [28].

## 2.3 Análise Estatística

### Teste de Scott- Knott

Os dados obtidos para todos os pontos amostrais foram submetidos a este teste SCOTT, KNOTT [29], com o objetivo de verificar quais parâmetros diferem significativamente entre os pontos amostrais. O software utilizado foi o SASM-AGRI [30].

### 3 Resultados e discussões

#### 3.1 Análise Global da Área de Estudo

##### Teste de Scott Knott

Foram avaliados para todos os parâmetros a média (M), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV).

Na Tabela 1 estão todos os dados para os pontos 1, 2, 3, 4 e 5, considerando as 22 coletas realizadas, bem como o teste de separação de médias Scott- Knott.

Tabela 1: Valores das médias, desvios padrões e coeficientes de variação para todos os parâmetros analisados.

		T	DQO	DBO	OD	NTK	P	C	L	PT	PO
		°C	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>
1	M	20,59 <sup>b</sup>	8,93 <sup>b</sup>	3,85 <sup>b</sup>	6,04 <sup>b</sup>	3,79 <sup>b</sup>	0,83 <sup>b</sup>	1,33 <sup>b</sup>	0,38 <sup>a</sup>	0,71 <sup>b</sup>	0,24 <sup>a</sup>
	DP	3,0	3,26	1,66	0,96	1,71	0,54	0,82	0,42	0,44	0,33
	CV	0,15	0,36	0,43	0,16	0,45	0,65	0,61	1,10	0,62	1,37
2	M	20,81 <sup>b</sup>	5,04 <sup>c</sup>	3,4 <sup>b</sup>	6,54 <sup>b</sup>	2,16 <sup>c</sup>	0,76 <sup>b</sup>	0,69 <sup>c</sup>	0,44 <sup>a</sup>	0,63 <sup>b</sup>	0,20 <sup>a</sup>
	DP	3,38	2,25	1,8	0,50	0,66	0,37	0,61	0,48	0,34	0,20
	CV	0,16	0,44	0,53	0,07	0,30	0,48	0,88	1,06	0,54	1,00
3	M	21,47 <sup>a</sup>	10,99 <sup>a</sup>	8,75 <sup>a</sup>	4,71 <sup>a</sup>	8,35 <sup>a</sup>	1,39 <sup>a</sup>	1,88 <sup>a</sup>	0,47 <sup>a</sup>	1,39 <sup>a</sup>	0,35 <sup>a</sup>
	DP	3,37	3,56	3,42	1,46	3,89	0,54	0,95	0,45	0,72	0,60
	CV	0,15	0,32	0,39	0,31	0,46	0,39	0,50	0,95	0,52	1,71
4	M	20,84 <sup>b</sup>	6,61 <sup>c</sup>	1,81 <sup>c</sup>	7,50 <sup>c</sup>	1,00 <sup>c</sup>	0,57 <sup>c</sup>	0,89 <sup>c</sup>	0,40 <sup>a</sup>	0,71 <sup>b</sup>	0,24 <sup>a</sup>
	DP	3,61	2,52	1,01	0,48	0,63	0,34	0,83	0,56	0,42	0,31
	CV	0,17	0,38	0,56	0,06	0,63	0,59	0,93	1,40	0,59	1,29
5	M	20,77 <sup>b</sup>	5,86 <sup>c</sup>	2,59 <sup>c</sup>	7,14 <sup>c</sup>	1,64 <sup>c</sup>	0,60 <sup>c</sup>	0,72 <sup>c</sup>	0,36 <sup>a</sup>	0,58 <sup>b</sup>	0,16 <sup>a</sup>
	DP	3,44	1,27	0,96	0,48	0,89	0,45	0,50	0,40	0,30	0,13
	CV	0,16	0,21	0,37	0,06	0,54	0,75	0,69	1,11	0,52	0,78

Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, não diferiram significativamente pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

Uma maneira de se expressar a variabilidade dos dados tirando a influência da ordem de grandeza da variável é através do coeficiente de variação, que é uma medida do grau da dispersão das variáveis e é dado pelo desvio padrão dividido pela média [31]. Já o teste proposto por Scott e Knott [29] tem por objetivo separar as médias de tratamento em

grupos homogêneos, pela minimização da variação dentro grupo e a maximização entre estes.

Excetuando temperatura e OD, praticamente todos os parâmetros apresentaram altos coeficientes de variação, que indicam a inconstância dos valores das variáveis ao longo do tempo, sendo que os maiores coeficientes foram obtidos



para fósforo orgânico e lipídios, que em alguns pontos e coletas foram obtidos em altas concentrações e que, em outros, não foram detectados com as técnicas utilizadas.

Com relação aos lipídios, a técnica utilizada foi a descrita por Postman e Stroes [32], que se mostrou eficiente na determinação de lipídios em águas residuais [33]. Neste trabalho, em que as amostras são de rios, córregos, os lipídios podem estar dispersos de maneira variável, corroborando o grande coeficiente de variação para esse parâmetro.

Já a alta dispersão das concentrações de fósforo orgânico pode ser dada pela variabilidade na tendência do mesmo em ser convertido, via decomposição bacteriana, em formas mais estáveis e assimiláveis pelos microrganismos, que são os ortofosfatos inorgânicos [5-14,34].

### 3.2 Relações entre parâmetros

#### *Oxigênio Dissolvido (OD) e Temperatura (T)*

Com os dados presentes na Tabela 1, pode-se observar que os valores de OD médio se encontram na faixa de 4,71 a 7,50 mg L<sup>-1</sup>, mas estatisticamente não houve diferença nas concentrações de OD entre os pontos 1 e 2 e também entre os pontos 4 e 5. Para os valores de temperatura, houve diferença estatística apenas para o ponto 3.

Nos pontos 1 e 2, as concentrações médias de OD de 6,04 e 6,54 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, não estão muito abaixo de valores encontrados em águas não poluídas [35]. No ponto 1, o impacto sofrido é no trecho inicial do curso d'água [36],

que nasce na região central de Ponta Grossa. O ponto 2 está impactado na região próxima ao ponto de coleta [37], onde suas margens estão ocupadas por habitações e alguns empreendimentos. Então, em relação a esse parâmetro, a presença humana distante ao ponto de coleta permitiu a sua recuperação, e próxima a ele não lhe causou um dano intenso de modo imediato.

No ponto 3, localizado no Rio Verde, é lançado um efluente pobre em OD, oriundo de uma ETE que utiliza tratamento anaeróbico de efluente de origem residencial. Tal condição justifica o decréscimo de OD médio e este atinge a concentração de 4,71 mg L<sup>-1</sup>. Essa baixa concentração de OD também foi verificada a jusante de ETE [38], com valores abaixo de 4 mg L<sup>-1</sup>. Tal condição indica que isso se deve a despejo dos efluentes da ETE.

Nos pontos 4 e 5, situados no rio Pitangui, que percorre apenas a área rural do município, as concentrações médias de OD foram de 7,50 e 7,14 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. De acordo com Cox [39], em rios como este podem ser encontrados altos valores de OD, pois apresentam pequenas quedas e corredeiras somadas a um volume maior de água, gerando uma maior turbulência e facilitando sua aeração.

Normalmente, as diferenças existentes de temperatura entre pontos de coleta refletem as variações das condições ambientais. Comparando-se as médias anuais entre os pontos, percebe-se uma pequena variação da temperatura da água entre eles, entretanto esta diferença não é

significativa, exceto no ponto 3. Neste ponto, o valor esteve acima dos demais em todas as coletas realizadas e isso pode ser explicado pelo aporte do efluente da ETE, que possivelmente sai da estação numa temperatura mais elevada devido ao tempo de residência do efluente, principalmente na última fase de tratamento, que consiste em uma lagoa de polimento.

A concentração de oxigênio dissolvido tende a ser inversamente proporcional à temperatura, que por sua vez tem uma grande influência no metabolismo microbiano, afetando as taxas de estabilização da matéria orgânica [5]. Na Figura 1, observa-se que, nos meses em que se encontraram as menores temperaturas (junho e julho), as concentrações de OD foram as mais elevadas. No mês de abril, encontraram-se altos valores de DQO (Figura 3), justificando a queda de OD e perda do padrão com a temperatura. Mandal, Upadhyay e Hasan [40] obtiveram valores mais altos de OD no inverno e relacionaram o aumento da temperatura com as menores concentrações de OD no local onde as águas recebem esgotos domésticos e residenciais parcialmente e não tratados. Na Figura 1, encontram-se as variações da OD em função da temperatura.

Analisando os dados presentes na Tabela 1, observa-se, em termos estatísticos, que os pontos 1 e 2 são iguais, excetuando DQO e carboidratos, e isto pode ser explicado pela distância e intensidade da fonte de contaminação em relação aos pontos de amostragem. No ponto 1, esta fonte é

mais intensa e distante [36], o que faz com que a matéria orgânica de fácil degradação seja reduzida, e isto é evidenciado através do valor da DBO, que é bem inferior ao da DQO. No ponto 2, tem-se um menor aporte de contaminantes [37], o que se traduz num menor valor para a DQO, em uma região que se apresenta mais próxima do ponto de amostragem. Esta última condição não confere tempo suficiente para que ocorra a degradação da matéria orgânica facilmente degradável, conferindo a este ponto valores semelhantes de DQO e DBO.

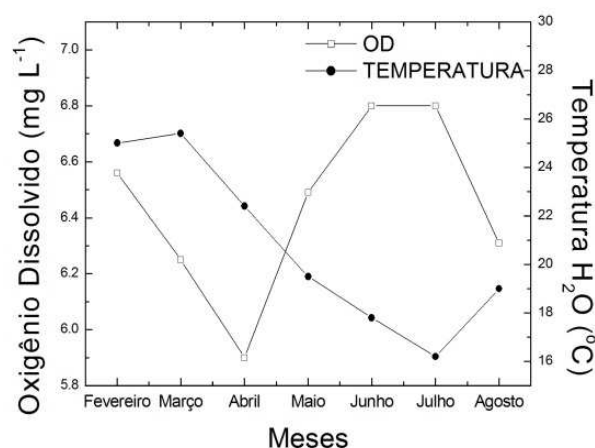


Figura 1 - Variações da temperatura e concentrações de OD (Oxigênio Dissolvido), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Proteínas (P), Carboidratos (C) e Lipídios (L)

Com relação aos carboidratos, comparando-se os pontos 1 e 2, observa-se que as maiores concentrações foram encontradas no ponto 1 e isto se deve possivelmente ao lançamento de uma maior quantidade destas biomoléculas no primeiro ponto de coleta ou que elas apresentam uma maior fração de formas de difícil degradação, diferentemente do

encontrado por Ochiai et al. [41], no Rio Tama, Holanda, onde este parâmetro atingiu concentrações na ordem 0,25 a 0,64 mg L<sup>-1</sup>, sendo a maior parte constituído pela glicose. No Rio Trinity, Texas, Hung et al. [42] determinaram que os monossacarídeos correspondem a valores entre 80 e 90% do total de carboidratos analisados.

O ponto 3, excetuando OD, estatisticamente é o que apresenta os maiores valores para todos os parâmetros em relação aos outros pontos de coleta. Em termos de DQO e DBO, também pode-se destacar uma maior proximidade entre os valores, o que caracteriza a presença de matéria orgânica facilmente degradável por microrganismos, mas que não foram retidos na ETE. Lima e Costa [43], avaliando uma ETE com o mesmo perfil da que libera efluente próximo a este ponto de coleta, observaram eficiência de retenção da matéria orgânica, em termos de DQO e DBO, próxima a 46% no período em que as análises foram realizadas.

As proteínas apresentaram valores estatisticamente distintos para o ponto 3, mas não se apresentaram estatisticamente diferentes no demais pontos. Gorini et al. [44] verificaram que, no efluente tratado de uma ETE, a concentração de proteínas foi de 29% do total da DQO e a concentração de carboidratos foi de apenas 8%. Isto se deve à composição e à taxa de degradação, que no caso das proteínas foi mais lenta. De acordo com os autores, as taxas de degradação em ambientes aquáticos e ETEs desse perfil devem ser semelhantes, porque a composição dos dois

sistemas é similar. No presente estudo, as concentrações de proteínas não diferiram estatisticamente na maioria dos pontos, sugerindo que a taxa de degradação dessas substâncias foi mais lenta que a dos carboidratos.

Os lipídios foram encontrados em menor concentração, sem apresentar diferenças estatísticas entre os pontos de amostragem. Isso pode ser justificado pela técnica utilizada, que pode não ter sido eficiente para amostras de águas superficiais. Além disso, para o ponto 3, a ausência de concentrações significativas de lipídios pode ser explicada pela retenção desses compostos pelas estações de tratamento. Uma ETE semelhante à localizada no ponto amostral 3 foi estudada por Orssatto; Hemes e Vilas Boas [45], em que os autores analisaram que a eficiência de remoção dos óleos de uma maneira geral foi acima de 70%, mas, em certo período, ela conseguiu reter aproximadamente 99% do teor de ácidos graxos.

Os pontos 4 e 5 apresentaram valores de DQO, DBO, proteínas, carboidratos e lipídios que geralmente estão entre os menores encontrados, considerando todos os pontos de amostragem. Tal condição demonstra que, das atividades presentes na região em estudo, as agrícolas são aquelas que causaram o menor impacto. Outra observação é que, para cada um destes parâmetros, os pontos 4 e 5 são iguais estatisticamente, ou seja, o deságue do Rio Verde não alterou de maneira significativa a qualidade das águas deste rio e isso



pode também ser comprovado em relação aos demais parâmetros.

Considerando as médias dos parâmetros analisados, pode-se observar que, geralmente, ocorre uma dependência proporcional entre DQO, DBO, proteínas, carboidratos e lipídios. Isso é mostrada na Figura 2.

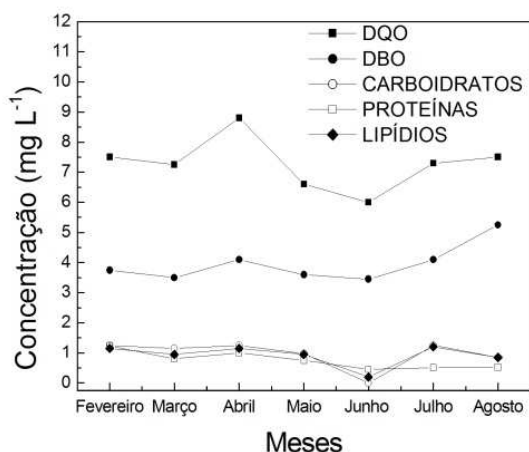


Figura 2 - Relação entre DQO, DBO, proteínas, carboidratos e lipídeos.

#### Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) e Proteínas (P)

Analisando os dados presentes na Tabela 1, observa-se que, para o NTK (soma de nitrogênio orgânico e  $\text{N-NH}_4^+$ ), só não houve diferença estatística entre os pontos 4 e 5, que as concentrações deste parâmetro nestes pontos estão entre as menores, considerando todos os pontos de coleta, e que, em todos os pontos, as concentrações de proteínas ficaram menores que as deste outro parâmetro, indicando que uma parte variável do NTK se refere a  $\text{N-NH}_4^+$ . Essa colocação é apenas uma estimativa, já que nem todo nitrogênio orgânico

é caracterizado como proteína, mas grande parte dele é constituída pelas mesmas [46].

No ponto 1, como já citado, a fonte de contaminação é mais intensa e distante que a do ponto 2, e isto reflete numa maior concentração de NTK no primeiro ponto, mas as concentrações de proteínas são iguais, sugerindo que parte do  $\text{N-NH}_4^+$  do NTK do ponto 1, devido ao maior tempo de permanência no curso d'água, foi oxidado a outras formas como  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  durante o trajeto do curso d'água até o ponto de coleta. Zeilhofer, Lima e Lima [47] descrevem que a redução de NTK na estação de amostragem no Rio Cuiabá não deve necessariamente ser interpretada como uma diminuição da carga total de nitrogênio, pois há a ocorrência de processos de nitrificação.

No ponto 3, são encontrados os maiores valores de NTK e proteínas e isto pode ser associado ao aporte de efluentes da ETE. Westgate e Park [46] relataram que, em uma ETE próxima ao Rio Connecticut, no oeste de Massachusetts, houve um decréscimo de apenas 25% do nitrogênio amoniacal no tratamento primário ao secundário.

Analisando os dados presentes na Figura 3, observa-se que, no período estudado, ocorre uma certa dependência entre as concentrações de NTK e proteínas.

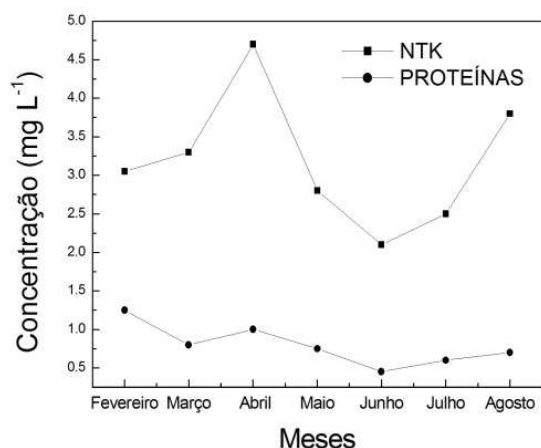


Figura 3- Relação entre NTK e proteínas.

#### *Fósforo Total (PT) e Fósforo Orgânico (PO)*

O fósforo pode ser originado naturalmente na bacia por meio da dissolução de rochas, decomposição da matéria orgânica e também por influência antrópica devido à descarga de despejos domésticos, industriais e de fertilizantes [14].

Analisando os dados presentes na Tabela 1, observa-se que não houve diferença estatística entre os pontos relacionados a áreas urbanas (1 e 2) e rurais (4 e 5), sugerindo que os impactos sofridos são de intensidades semelhantes. No ponto 1, como já citado, a fonte de contaminação é mais intensa e distante do ponto de amostragem que no ponto 2, mas as concentrações de PT e PO nestes pontos de coleta são iguais estatisticamente.

A única diferença estatística que ocorreu foi para PT no local onde ocorre aporte de efluente da ETE (ponto 3). Neste ponto, foi encontrado o maior valor para as concentrações de PT. Efluentes de origem doméstica

apresentam concentrações variáveis de fósforo [48-49]. Válio et al. [50] encontraram concentrações mais elevadas de fósforo total no Rio Turvo em regiões localizadas à jusante de ETEs.

Nos pontos 4 e 5, as concentrações de PT e PO são iguais em termos estatísticos àquelas encontradas nos pontos 1 e 2, que são impactados de maneira variável pelo adensamento populacional distante ou próximo, respectivamente, ao ponto de coleta. Tal observação indica que, em relação a estes parâmetros, o impacto fornecido pelas atividades agrícolas é semelhante ao gerado pelas aglomerações humanas distantes ou próximas ao ponto de coleta. Na Figura 4, estão as variações das concentrações de PT e PO, e nela, se observa uma dependência entre as variações destes dois parâmetros.

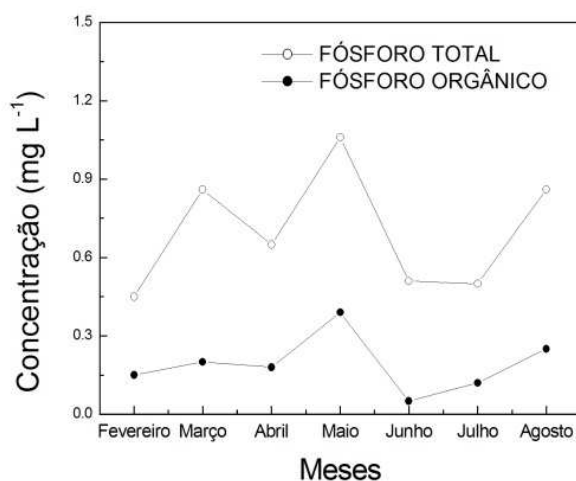


Figura 4- Variações de PT e PO.

#### 4 Conclusões

Praticamente todos os parâmetros apresentaram altos coeficientes de variação, que indicam a inconstância dos valores das variáveis ao longo do tempo, sendo que os maiores coeficientes foram obtidos para os parâmetros fósforo orgânico e lipídios. O ponto 3, que recebe efluente de uma ETE, é o mais impactado, apresentando a menor concentração de OD e os maiores valores para DQO, DBO, NTK, proteínas, carboidratos e fósforo total. Nos pontos 4 e 5, que estão num rio que percorre apenas área rural, são encontradas as maiores concentrações de OD e os valores para DBO, NTK, proteínas, carboidratos, fósforo total e orgânico estão entre os menores, indicando que, nestes pontos, os impactos sofridos são menos intensos em relação aos demais. O ponto 1, cuja fonte de impacto é intensa e distante, chega ao ponto de coleta em condições semelhantes às encontradas no ponto 2 e é impactado de maneira menos intensa na região próxima ao ponto de coleta.

aims to evaluate the alteration of certain parameters in watercourses that are under variable influences, such as human populations, receiving effluents from an effluent treatment facility (ETF), and agriculture. The parameters investigated were: temperature (T), dissolved oxygen (DO), chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD), total phosphorus (TP), organic phosphorus (OP), total Kjeldahl nitrogen (TKN), proteins (P), carbohydrates (C), and lipids (L). The resulting data pointed out that when considering all the parameters under analysis, the highest values (excluding DO) were found after the ETF released effluents. Another finding was that practically all parameters showed high coefficients of variation, which indicate the instability of the values of variables over time, and that the use of the Scott-Knott test was effective in sorting the average in the sample points.

**Keywords:** Surface Water. Organic matter. Statistical Analyzes.

---

#### AN ANALYSIS OF THE ALTERATIONS OF CERTAIN PARAMETERS IN WATERCOURSES UNDER VARIOUS KINDS OF INFLUENCE

---

**ABSTRACT:** Rivers and streams receive several substances that alter the characteristics of the water, an effect that becomes more intense when the human population is close to the shore, performs some activity close to it, or dumps effluents from their activities in the watercourses. This project

#### Referências

- [1] CARVALHO, A. C. B.; SILVA, L. J.; DICK, D. P.; MOREIRA, V. A.; VICENTE, M. C.; ANDRADE, A. F. O.; BIDONE, E. D.; SANTOS, E. S.; <sup>1</sup>Análise espectroscópica da matéria orgânica no sedimento superficial da baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil, Química Nova, Vol. 43, n. 5, p. 552-557, 2020.
- [2] GUIMARÃES, L. M.; LIMA, T. A. C.; FRANÇA, E. J.; ARRUDA, G. N.; SOUZA, J. R. B.; ALBERGARIA, A. C. R.; Impactos da mudança de vegetação local no aporte de matéria orgânica para um estuário tropical

preservado (Estuário do Rio Itapicuru - BA), Química Nova, Vol. 42, n. 6, p. 611-618, 2019.

[3] COSTA, B. F. D.; ROCHE, K. F.; Toxicidade aguda em área urbana da microbacia do córrego Água Boa (MS), Engenharia Sanitária e Ambiental, Vol. 25, n. 1, p. 31-39, 2020.

[4] MOURA, R. S. T.; LOPES, Y. V. A.; HENRY-SILVA, G. G., Sedimentação de nutrientes e material particulado em reservatório sob influência de atividades de piscicultura no semiárido do Rio Grande do Norte. Química Nova, Vol. 37, n. 8, p. 1283-1288, 2014.

[5] VON SPERLING, M.; Introdução à Qualidade de Águas e ao Tratamento de Esgotos: 3ª ed.; Segrac; Belo Horizonte, 2005.

[6] METCALF; EDDY.; Wastewater Engineering: Treatment and Reuse: 4th ed.; McGraw-Hill, New York 2003.

[7] BERG, J.; TYMOCZKO, J.; STRYER, L.; Bioquímica: 5ª ed.; Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 2004.

[8] SCHULZE, W. X.; Protein analysis in dissolved organic matter: What proteins from organic debris, soil leachate and surface water can tell us – a perspective, Biogeosciences, Vol. 2, n. 1, p. 75–86, 2005.

[9] MURRAY, R. K.; DARYL, G. K.; MAYES, P. A.; RODWELL, W. V.; Harper's Biochemistry.; Prentice-Hall International Inc., New Jersey, 1997.

[10] VOET, D.; VOET J. G.; Biochemistry; John Wiley & Sons, New York, 1990.

[11] SHREVE, R. N.; BRINK JR, J. A.; Indústrias de Processos Químicos; Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1997.

[12] NELSON, D.; COX, M.; Lehninger Princípios de Bioquímica: 3ª ed. Sarvier, São Paulo, 2002.

[13] MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; PARKER, J.; Microbiologia de Brock: 10ª ed.; Prentice Hall, São Paulo, 2004.

[14] ESTEVES, F. A.; Fundamentos de Limnologia: 2ª ed.; Interciência, Rio de Janeiro, 1998.

[15] OSORIO, V.; K.; L.; OLIVEIRA, W.; Polifosfatos em detergentes em pó comerciais, Química Nova, Vol. 24, n. 5, p. 700-708, 2001.

[16] Resolução CONAMA no 359 de 29 de abril de 2005 . Brasília: D.O.U, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm?codlegitipo=3>. Acesso em 10/10/2014.

[17] MALAVOLTA, E.; ABC da Adubação; Editora Agronômica CERES Ltda, São Paulo, 1979.

[18] TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; Soil Fertility and Fertilizers: 4 ed.; : Maximillan Publishing Company, New York, 1985.

[19] MENGEL, K.; KIRKLY, E. A.; Principles of Plants Nutrition: 4ª ed.; Intl. Potash Inst, Berne, 1987.

[20] VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A.; M.; M.; Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu-SP, Eclética Química, Vol. 22, p. 49-66, 1997.

[21] CHAMBERS, P. A.; BROWN, S.; CULP, J. M.; LOWELL, R. B.; PIETRONIRO, A.; Dissolved oxygen decline in ice-covered rivers of Northern Alberta and its effects on aquatic biota, Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery, Vol. 8, p. 27-38, 2000.

[22] APHA, AWWA, WEF Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: 20th ed.; Washington, 1998.

[23] ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12772. Determinação de Fósforo em Água, Método de ensaio, 1992.

[24] ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13796. Determinação de nitrogênio orgânico, Kjeldahl e total em Água- Métodos macro e semimicro Kjeldahl, Método de ensaio, 1997.



- [25] ADAD, J. M. T.; Controle Químico de Qualidade; Editora Veja, Belo Horizonte, 1969.
- [26] BRADFORD, M. M. A.; Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, *Analytical Biochemistry*, Vol. 72, p. 248-254, 1976.
- [27] DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; Colorimetric method for determination of sugars and related substances, *Analytical Chemistry*, Vol. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.
- [28] FRINGS, C. S.; DUNN, R. T. A.; Simple and precise colorimetric method for total serum Lipids based on sulfo- phospho- vanillin reaction, *Clinical Chemistry*, Vol. 15, p. 769, 1969.
- [29] SCOTT, A. J.; KNOTT, M.; A Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance, *Biometrics*, Vol. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.
- [30] CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; DAS VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V.; SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan, *Revista Brasileira de Agrocomputação*, Vol. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.
- [31] VIEIRA, S.; Introdução à Bioestatística: 4ª ed; Editora Elsevier, Rio de Janeiro, 1980.
- [32] POSTMAN, T.; STROES, J. A.; Lipid screening in clinical chemistry, *Clin Chim Acta*, Vol. 22, p. 569-578, 1968.
- [33] BLUNDI, C.E.; GADÊLHA, R. F.; Metodologia para determinação de matéria orgânica específica em águas residuárias, In CHERNICHARO, Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios: aspectos metodológicos, Segrac Editora, Belo Horizonte, 2001.
- [34] SURAMPALLI, R. Y.; TYAGI, R. D.; SCHEIBLE, O. K.; HEIDMAN, J. A.; Nitrification, desnitrification and phosphorus removal in sequential batch reactors, *Bioresources Technology*, Vol. 61, p. 151-157, 1997.
- [35] BAIRD, C.; Química Ambiental; Bookman, Porto Alegre, 2002.
- [36] COSTA, W.; MARQUES, M. B.; DELEZUK, J. A.; M.; FOLKUEINIG, E.; S.; Avaliação preliminar da qualidade da água do arroio Madureira e afluentes, *Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng.*, Vol. 12, n. 1, p. 15-22, 2006.
- [37] SILVA, E. C.; COSTA, W.; MARQUES, M. B.; SILVA, N. C.; COSTA, R. P.; Um indicativo da relação entre atividades humanas e a contaminação das águas do Rio Verde – Ponta Grossa-PR, *Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng.*, Vol. 11, n. 3, p. 247-254, 2008.
- [38] CORDEIRO, G. G.; GUEDES, N. M.; KISAKA, T. B.; NARDOTO, G. B.; Avaliação rápida da integridade ecológica em riachos urbanos na bacia do rio Corumbá no Centro-Oeste do Brasil, *Revista Ambiente e Água*, Vol. 11, n. 3, p. 702-710, 2016.
- [39] COX, B. A.; A review of dissolved oxygen modelling techniques for lowland rivers, *The Science of the Total Environment*, Vol. 314, p. 303-334, 2003.
- [40] MANDAL, P.; UPADHYAY, R.; HASAN, A.; Seasonal and spatial variation of Yamuna River water quality in Delhi, India, *Environ Monit Assess*, Vol. 170, p. 661-670, 2010.
- [41] OCHIAI, M.; OGINO, M.; SASAKI, K.; OKAZAWA, T.; Behavior of Particulate Carbohydrates and Amino Acids in the Estuary of the Tama River, *Marine Chemistry*, Vol. 25, p. 265-278, 1988.
- [42] HUNG, C.; WARNEKN, K. W.; SANTACHI, P. H. A.; Seasonal survey of carbohydrates and uronic acids in the Trinity River, Texas, *Organic Geochemistry*, Vol. 36, p. 463- 474, 2005.
- [43] LIMA, J. I. V.; COSTA, W.; Avaliação da eficiência das várias fases de um sistema de tratamento de efluentes, *TECNO-LÓGICA*, Santa Cruz do Sul, Vol. 15, n. 1, p. 22-27, 2011.
- [44] GORINI, D.; CHOUBERT, J. M.; LE PIMPEC, P.; HEDUIT, A.; Concentrations and fate of sugars, proteins and lipids during domestic and agro- industrial aerobic treatment, *Water Science and Technology*, Vol. 63, n.8, p.1669-1677, 2011.



[45] ORSSATTO, F.; HERMES, E.; VILAS BOAS, M. A.; Eficiência de remoção de óleos e graxas de uma estação de tratamento de esgoto sanitário, Cascavel- Paraná, Engenharia Ambiental, Vol. 7, n. 4, p. 249-256, 2010.

[46] WESTGATE, P.; PARK, C.; Evaluation of Proteins and Organic Nitrogen in Wastewater Treatment Effluents, Environ. Sci. Technol., Vol. 44, p. 5352-5357, 2010.

[47] ZEILHOFER, P.; LIMA, E. B. N. R.; LIMA, G. A. R; Spatial patterns of water quality in the Cuiabá River basin, central Brazil, Environmental Monitoring Assessment, Vol. 123, p. 41-62, 2006.

[48] TONETTI, A. L.; CORAUCCI FILHO, B.; STEFANIUTTI, R.; Pós tratamento de efluentes de filtros anaeróbios operados com baixo teor de retenção hidráulica por escoamento superficial no solo, Engenharia Sanitária Ambiental, Vol. 17, n. 1, p. 7-12, 2012.

[49] DEON, M. D.; GOMES, T. M.; MELFI, S. J.; MONTES, C. R.; SILVA, E.; Produtividade e qualidade da cana-de-açúcar irrigada com efluente de estação de tratamento de esgoto, Pesq. Agrop. Bras., Vol. 45, n. 10, p. 1149-1156, 2010.

[50] VÁLIO, V. M.; TAUKE-TORNISIELO, S. M.; MALAGUTTI, E. N.; De MORAES, E. B.; GONÇALVES, F. A. M.; DE ALCÂNTARA, A. L.; Impacto do efluente tratado da estação de tratamento de esgoto na qualidade da água do Rio Itapetininga, SP, HOLOS Environment, Vol. 13, n. 2, p. 224-242, 2013.